

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
DOCUMENT TRANSMITTED

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as designated Office

Date of mailing (day/month/year)

20 September 2001 (20.09.01)

International application No.

PCT/EP01/02777

International filing date (day/month/year)

13 March 2001 (13.03.01)

Applicant

EADS DEUTSCHLAND GMBH et al

The International Bureau transmits herewith the following documents and number thereof:

_____ copy(ies) of declaration(s) (Rule 47.1(a-ter))

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

M. OUCHOUKHI

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

REC'D 12 APR 2001

WIPO

PCT

PRIORITÄTSRECHTSÜBERTRAGUNGSERKLÄRUNG**DE 100 13 409.2****„Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Bauteilen
mittels eines Injektionsverfahrens“****Unser Zeichen: P609609_**

Die unterzeichnete Inhaberin

DaimlerChrysler AG
Epplestr. 225
70567 Stuttgart

erklärt die Übertragung des Prioritätsrechts aus o.g. deutscher Patentanmeldung auf
die

EADS Deutschland GmbH
81663 München

für Nachanmeldungen in ausländischen Staaten.

Stuttgart,

DaimlerChrysler AG


ppa. Einsele
i.V. Niedermann

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P609609/W0/1	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01/02777	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 13/03/2001
(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 17/03/2000	
Anmelder EADS DEUTSCHLAND GMBH	

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/02777A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B29C70/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	✓ US 4 942 013 A (BONNAR GERARD R ET AL) 17. Juli 1990 (1990-07-17) Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 47; Abbildungen <i>Column 7, Line 1 - Line 47; Drawings</i>	1,2

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

g Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juli 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Wallene, A

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

EP 01/02777

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B29C70/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 942 013 A (BONNAR GERARD R ET AL) 17. Juli 1990 (1990-07-17) Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 47; Abbildungen -----	1,2

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juli 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Wallene, A

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/02777

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4942013	A	17-07-1990	NONE

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. September 2001 (20.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/68353 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B29C 70/44**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/02777

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. März 2001 (13.03.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 13 409.2 17. März 2000 (17.03.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **EADS DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE]; 81663
München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FILSINGER, JÜR-
GEN** [DE/DE]; Schäfflerstrasse 7, 85653 Aying (DE).
LORENZ, Torsten [DE/DE]; Otto-Jochum-Strasse 3,
86161 Augsburg (DE). **STADLER, Franz** [DE/DE];
Sommerwiesen 7, 85113 Böhmfeld (DE). **UTECHT,
Stefan** [DE/DE]; Mainstrasse 10, 86910 Kaufering (DE).

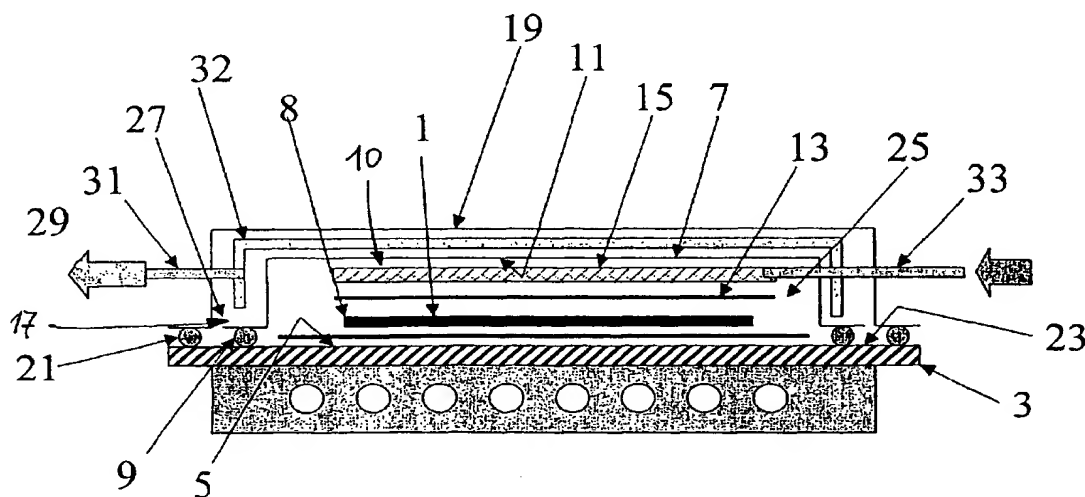
(81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, CA, CN, ID, JP,
KR, RU, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING FIBRE-REINFORCED COMPONENTS USING AN INJECTION
METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON FASERVERSTÄRKTEN BAUTEILEN
MITTELS EINES INJEKTIONSVERFAHRENS



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing fibre-reinforced plastic components from dry fibre-composite semi-finished products, using an injection method for injecting matrix material. According to said method, the fibre-composite semi-finished product (1), on one surface (11) of which a flow promoter (15) is located, is placed on a tool (3). A first chamber (10) is formed using a gas-permeable membrane (7) which is impermeable to the matrix material and which surrounds the semi-finished product (1) and a second chamber (27) is formed between the first chamber and the environment, using a film (19) which is impermeable to gas and the matrix material. Matrix material is sucked from a storage container into the first evacuated chamber (10) by the siphoning of air out of the second chamber (27). The flow promoter (15) causes the matrix material to be distributed over the surface (11) of the semi-finished product (1) facing said aid and to penetrate the semi-finished product (1) in a perpendicular direction.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/68353 A1

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoff-Bauteilen aus trockenen Faserverbund-Halbzeugen mittels eines Injektionsverfahrens zur Injektion von Matrix-Material, wobei ein Anordnen des Faserverbund-Halbzeugs (1), an dessen einer Oberfläche (11) eine Fließhilfe (15) angeordnet ist, auf einem Werkzeug (3), die Bildung eines ersten Raums (10) mittels einer gas-durchlässigen und Matrix-Material-undurchlässigen Membran (7), der die Halbzeuge (1) umgibt, und die Bildung eines zwischen dem ersten Raum und der Umgebung gelegenen zweiten Raums (27) mittels einer gas- und Matrix-Materials-undurchlässigen Folie (19) vorgesehen sind, wobei durch Absaugen von Luft aus den zweiten Raum (27) Matrix-Material aus einem Vorratsbehälter in den evakuierten ersten Raum (10) gesaugt wird und die Fließhilfe (15) eine Verteilung des Matrix-Materials über der dieser zugewandten Oberfläche (11) des Halbzeugs (1) und ein Eindringen desselben senkrecht in das Halbzeug (1) bewirkt.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Bauteilen mittels eines Injektionsverfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoff-Bauteilen aus trockenen Faserverbundhalbzeugen mittels eines Injektionsverfahrens und einer anschließenden Niederdruckaushärtung sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Derartige Verfahren verwenden trockene Faserverbundhalbzeuge, sogenannte Preforms, um Bauteile mit abwickelbarer, nicht abwickelbarer oder nicht vollständig abwickelbarer Geometrie herzustellen. Das trockene Faserverbundhalbzeug kann hierbei als Gewebe, als Multiaxialgelege oder als kettverstärktes unidirektionales Halbzeug vorliegen. Die genannten Preforms finden bei der Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoff Anwendung und sind ein Zwischenarbeitsgang, bevor die Infiltration durch Harz und die Aushärtung erfolgt.

Ein derartiges Verfahren ist als sogenanntes Resin Film Infusion (RFI) Verfahren bekannt. Hierbei werden trockene Kohlefasern (CFK), CFK-Gewebe oder CFK-Gelege in einer Aushärtevorrichtung abgelegt und von außen mit einer definierten nicht flüssigen Harzfilmmenge belegt. Die so bestückten und evakuierten Aushärtewerkzeuge werden dann in einem Autoklaven oder einem anderen Druckbehälter unter Temperatur und Druckbeaufschlagung ausgehärtet. Die Verwendung von Druckbehältnissen und die hierfür notwendigen komplexen Werkzeuge sind jedoch sehr aufwendig und machen derartige Verfahren auch komplex hinsichtlich einzuhaltender Temperaturen und Drücke. Dadurch ist der Anwendungsbereich solcher Verfahren begrenzt.

Weiterhin ist die Verwendung trockener Preform-Teilen aus der DE-OL 198 13 105 A1 bekannt, in der ein Verfahren zur Herstellung von Faserverbund-Bauteilen offenbart ist, bei dem die Fasern und das Matrixmaterial in einem mindestens zwei Teile umfassenden, einen Form-Hohlraum bildenden Werkzeug geformt werden, wobei die im Formhohlraum befindliche Luft entweichen kann. Dabei wird Formhohlraum-seitig vor den Öffnungen eine poröse Membran angebracht, deren Poren derart dimensioniert sind, daß die Luft ungehindert abführbar ist und das Matrix-Material im Form-Hohlraum zurückgehalten wird.

Zwar wird bei der Lösung der DE-OL 198 13 105 A1 auf die Druckaufbringung verzichtet. Jedoch ist ein Nachteil dieses Gegenstands, daß mit diesem Verfahren die Größe des herzustellenden Bauteils begrenzt ist, da das Matrix-Material nur begrenzt in die Fasern, d.h. die Preforms eingeführt werden kann, sofern hierfür z.B. ein zentraler Matrixanguß vorgesehen ist, da dann die Matrix längs der Preformebene, also entlang der Fasern, fließen muß. Diese Fließrichtung hat hierbei für die Matrix auf Grund der zurückzulegenden Strecke und des Werkstoffwiderstandes den größten Fließwiderstand. Eine Durchtränkung ist somit in der Fließlänge begrenzt. Alternativ kann bei DE-OL 198 13 105 A1 die Matrix flächig eingebracht werden. Hierzu dienen Harzvorratsbehälter welche sich auf der Bauteiloberfläche befinden und jeweils eine eigene aufwendige Harzzuführung bis zur Preform benötigen und somit an jeder Position das Risiko einer Undichtigkeit (Ausschuß-Risiko) aufweisen.

Ein weiterer Nachteil ist, daß dieses Verfahren nur bedingt sehr hohe, an das herzustellenden Bauteil gestellte Qualitätsstandards erfüllen kann, da durch die potentiellen Harzdurchführungen durch die Vakuumfolie und die Membran bis zur Preform-Oberfläche an vielen Stellen des Bauteiles Matrixwerkstoff durch die Membrane dringen kann und diese von oben versiegelt. Die Funktion der Entlüftung ist in diesem Fall nicht mehr gegeben und durch die Reaktion während des Aushärtvorganges (z.B. durch eingeschlossene Luft, chem. Abspaltung, flüchtige

Bestandteile u.a.) bilden sich innerhalb des Laminates Poren, welche nicht entsorgt werden können und die Bauteilqualität vermindern.

Andere bekannte Niederdruckverfahren wie z.B. VARI (Anmeldung unbekannt, DLR) verzichten auf die Membran und die zweiteiligen Vakuumräume. Sie lösen die Vermeidung von Poren durch eine Prozeßführung von Vakuum und Temperatur außerhalb des Siedebereiches des Matrixwerkstoffes. Es entstehen somit keine Poren im Bauteil. Allerdings ist von Nachteil, daß die Temperatur- und Vakuumführung an jeder Stelle des Bauteiles sehr exakt eingehalten werden muß, um nicht lokal in den Siedebereich der Matrix mit anschließender lokalen Porenbildung zu gelangen. Bei großen Bauteilen ist diese exakte Prozeßführung nur schwer und aufwendig realisierbar. Weiterhin von Nachteil ist bei diesem Verfahren, daß durch das permanente Vakuumsaugen Matrixwerkstoff aus dem Bauteil gesaugt werden kann, welche wieder für Poren verantwortlich sind. Zusätzlich ist eine Harzfalle o.ä. erforderlich um eine Beschädigung der Vakuumpumpe durch austretenden Matrixwerkstoff zu verhindern.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoff-Bauteilen aus trockenen Faserverbundhalbzeugen mittels eines Injektionsverfahrens sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, das sich auch für größere Bauteile eignet und mit dem ein möglichst einfacher Verfahrensablauf und gleichzeitig eine hohe Bauteilqualität erreichbar ist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung lassen sich insbesondere Bauteile sehr hoher Qualität erzielen. Dies ist insbesondere für hochbelastete tragende CFK-Luftfahrtstrukturen vorteilhaft. Typische Kenngrößen für die Qualität der Bauteile ist

z.B. der Porengehalt innerhalb des ausgehärteten CFK-Laminates und die Temperaturbeständigkeit, gemessen als sogenannter TG-Wert, welcher ein Maß für die sogenannte Glasübergangstemperatur des Matrixwerkstoffes nach dem Prozeß darstellt.

Insbesondere dient die erfindungsgemäße Lösung der Herstellung faserverstärkter Kunststoffbauteile aus Kohlefasern (CFK), Glasfasern (GFK), Aramidfasern (AFK), Borfasern (BFK) oder Hybridwerkstoffen mit abwickelbarer, nicht abwickelbarer oder nicht vollständig abwickelbarer Geometrie. Dabei eignet sie sich auch zur Herstellung unversteifter und versteifter, großflächiger Beplankungsfelder, Kunststoffwerkzeugen oder Schäftungsreparaturen von geschädigten FVW Bauteilen. Die Versteifung kann eine sogenannte Integralversteifung (Profile aus CFK u.a., Profile als Kombination von Sandwich und CFK u.a.) oder eine typische flächenhafte Sandwichstruktur sein.

Die erfindungsgemäße Lösung bietet ein kosteneffektives Verfahren zur Herstellung faserverstärkter Bauteile, Kunststoffwerkzeuge und Reparatur-Patches für Schäftungen durch eine Vakuuminjektionstechnik und eine autoklavlose bzw. überdrucklose Aushärtung unter Vakuum.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand der beiliegenden Figuren beschrieben, die zeigen:

FIG 1 einen Schnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung in schematischer Darstellung, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchführbar ist,

FIG 2 einen typischen Aufbau für ein integralversteiftes Bauteil als Sandwichhutprofilvariante in der Vorrichtung nach der Figur 1,

FIG 3 einen typischen Aufbau für ein integralversteiftes Bauteil als T-Profilvariante in der Vorrichtung nach Figur 1

FIG 4 einen typischen Temperatur- und Vakuums-Verlauf über die Zeit für ein sogenanntes 350°F System,

FIG 5 einen typischen Temperatur- und Vakuums-Verlauf über die Zeit für ein sogenanntes Raumtemperatur (RT) -System,

Fig. 6 einen Schnitt durch eine alternative Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in schematischer Darstellung.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung zeigt das herzustellende Bauteil oder trockene Faserverbund-Halbzeuge 1, das auf einem Werkzeug 3 z.B. mittels eines Aufbaus 5 angeordnet ist. Das Bauteil oder Laminat kann dabei ein Kunststoffbauteil aus Kohlefasern (CFK), Glasfasern (GFK), Aramidfasern (AFK), Borfasern (BFK) oder Hybridwerkstoffen mit abwickelbarer, nicht abwickelbarer oder nicht vollständig abwickelbarer Geometrie sein und insbesondere zur Herstellung unversteifter und versteifter, großflächiger Beplankungsfelder, Kunststoffwerkzeugen oder Schäftungsreparaturen von geschädigten FVW-Bauteilen verwendet werden. Die Versteifung kann dabei eine sogenannte Integralversteifung (Profile aus CFK u.a., Profile als Kombination von Sandwich und CFK u.a.) oder eine typische flächenhafte Sandwichstruktur darstellen. Das Werkzeug 2 weist eine zur Aufnahme des Bauteils 1 bzw. gegebenenfalls des Aufbaus 5 geeignete Form auf und kann aus verschiedenen geeigneten Materialien, z.B. Holz, Stahl, Blech, Glas und dergleichen, gebildet sein.

Das Bauteil 1 ist mit einer semipermeablen Membran 7 überzogen, die gasdurchlässig ist, jedoch den Durchtritt von Matrix-Material verhindert. Die Membran 7 ist außerhalb der Umfangsfläche 8 aber möglichst dicht am Bauteil 1

mittels einer Dichtung 9 abgedichtet, die der Abdichtung des durch die Membran 7 und der Auflage 5 bzw. der Werkzeugoberfläche 3 gebildeten ersten Raums 10 dient. Alternativ kann die Membran 7 auch um das gesamte Bauteil herumgeführt sein, wie es in der Fig. 6 dargestellt ist. Dies kann mit der Dichtung 9 (Fig. 6) oder auch ohne einer solchen durch einteiliges Ausbilden der Membran 7 erfolgen. Zwischen dem Bauteil 1 und der Membran 7 kann über der gesamten der der Membran 7 zugewandten Oberfläche 11 des Bauteils 1 ein Abreißgewebe 13 (optional) und ein Abstandhalter als Fließhilfe 15 angeordnet sein, das bzw. der die Funktion hat, die Membran 7 in einem Abstand zur Oberfläche 11 des Bauteils 1 zu halten. Die Fließhilfe 15 kann eine Art Rost oder Gitter oder auch ein steifes Gewebe bzw. Gewirk oder Geflecht sein, welches sich nicht unter Vakuum stark kompaktieren läßt und z.B. aus den Werkstoffen Metall, Kunststoffen oder textilen Halbzeugen besteht.

Die Anordnung 17 aus Aufbau 5, Bauteil 1, Membran 7 mit Dichtung 9 sowie mit Abreißgewebe 13 und Fließhilfe 15 ist überdeckt mit einer Folie 19, die gas- und undurchlässig ist. Diese ist um den Umfang der Membran 7 herum mit einer Dichtung 21 auf dem Werkzeug 3 abgedichtet, so daß der von der Oberfläche 23 des Werkzeugs 3 und der Innenwand 25 der Folie 19 gebildete zweite Raum oder Innenraum 27 zur Umgebung dicht ist. Zwischen der Folie 19 und der Membran 7 ist ein Lüftergewebe 32 eingelegt, welches z.B. ein Glasgewebe ein Vlies o.a. sein kann. Dieses Lüftergewebe 32 hat die Funktion die durch die Membran aus dem Innenraum 27 abgesaugte Luft und Gase im Innenraum 25 entlang der Membranoberfläche zur Absaugung durch die Vakuumpumpe 29 zu leiten. Dieser Innenraum 27 ist mittels einer Vakuum-Pumpe 29 (nicht gezeigt) und einer entsprechenden in den Innenraum 27 hineinführenden Gasleitung 31 evakuierbar. Weiterhin verläuft in den Innenraum 27 eine zweite Leitung 33, durch die Matrix-Material und insbesondere Harz in den Innenraum 27 eingeführt werden kann.

Zur Einführung von Matrix-Material in das Bauteil 1 führen Schläuche oder Leitungen 33, die an einen Harzvorratsbehälter (nicht gezeigt) angeschlossen sind, in einen im ersten Raum 10 gelegenen Raum 25. Das Werkzeug und der Vorratsbehälter für das Matrix-Material stehen jeweils entweder auf Heizplatten, innerhalb einer Wärmekammer, innerhalb einer heizbaren Flüssigkeit (Ölbad o.ä.) oder innerhalb eines regelbaren Ofens, sofern das gewählte Harzsystem eine thermische Behandlung während der Injektion benötigt.

An die Folie 19, an das Abreißgewebe 13, an die Membran 7, an das Lüftergewebe 32 und an die Fließhilfe 15 werden als gemeinsame Anforderung eine Beständigkeit gegen die verwendeten Matrixsysteme während der Prozeßdauer und eine Beständigkeit gegenüber während des Prozesses auftretenden Temperaturen gefordert. Entsprechend der abzubildeten Geometrie muß eine Ablage in dieser Geometrie durch Dehnung, Faltenlegung o.ä. möglich sein.

Die Folie 19 ist eine dem Stand der Technik entsprechende Vakuum-Membran, welche gas-undurchlässig ist und die oben ausgeführten Merkmale aufweist. Als Funktion hat es die Aufgabe, den zweiten Raum 27 gegenüber der Umgebung abzudichten. Als typische Materialien hierfür kommen Folien oder Gummi-Membrane in Betracht. Beispiele für eine 180 °C (350°F) Anwendung wären z.B. Folien auf Basis PTFE, FEP u.a. Andere Werkstoffe kommen je nach gewählten Matrixsystem und dessen spezifischen Aushärtetemperaturen unter Beachtung der oben beschriebenen Forderung in Betracht.

Das Abreißgewebe 13, in der Literatur auch als Peel Ply bezeichnet, hat die Funktion, daß sich nach der Prozeßführung die mit Matrixmaterial gefüllte Fließhilfe 15 leichter durch abziehen (abreißen=Abreißgewebe). d.h. von dem Bauteil 1 trennen läßt, da alle aufgezeigten Hilfsstoffe nur als Hilfsmittel zur Herstellung des Bauteils 1 dienen. Das Abreißgewebe 13 ist so beschaffen, daß es keine dauerhafte Verbindung mit dem

Matrixwerkstoff und der Bauteiloberfläche eingeht. Dieses wird durch die Oberflächenstruktur des Abreißgewebes und/oder durch zusätzliche Antihafbeschichtungen (wie z.B. PTFE, Silikon o.ä.) erreicht. Als typische Materialien sind Glasgewebe, Nylongewebe u.ä. anzuführen. Das Abreißgewebe muß gasdurchlässig und ebenso durchlässig für das Matrixmaterial in beiden Richtungen sein.

Die Membran 7 ist eine semipermeable Membran aus z. B. technischem Kunststoffmaterial, welche sich hinsichtlich der temperatur- und Medienbeständigkeit an den prozeßbedingungen orientiert. Weiterhin ist diese Membran durchlässig für Gase ist, jedoch ist sie für Flüssigkeiten mit Viskositäten vergleichbar Wasser nicht durchlässig. Dieses Verhalten wird durch in der Membran befindliche gasdurchlässige Poren erreicht, welche mehr oder minder großflächig auf der Membranoberfläche verteilt sind. Die Größe der Poren ist so gewählt, daß das Matrixsystem nicht durchdringen kann. Die Dicke der Membran bewegt sich im Zehntelmillimeter Bereich. Durch die Verwendung von typischen Kunststoffmaterial ist eine ausreichende Flexibilität zum Drapieren und Formen vorhanden.

Das Lüftergewebe 32 oberhalb der Fließhilfe 15 hat die Funktion die durch die Membran abgesaugte Luft und andere flüchtige Bestandteile zur Absaugung an die Vakuumpumpe 29 zu leiten. Dieses Material kann aus einem beliebigen Werkstoff sein, sofern dieser ausreichend temperatur-, medienbeständig gegenüber den im Prozeß notwendigen Werkstoffen ist und eine Luftleitung in Längsrichtung möglich ist. Eingesetzt werden hierfür flauschige Matten, Gewebe, Gewirke, Geflechte u.a., welche aus Metall, Kunststoff u.a. Werkstoffen sein kann.

Die Fließhilfe 15 hat die Funktion, den in den Raum 25 durch die Matrixzuleitung gelangten Matrixwerkstoff auf der Bauteiloberfläche 1 das Verteilen zu ermöglichen. Die Fließhilfe 15 nimmt hierbei eine Funktion eines Fließkanales an. Die Fließhilfe 15

weist dabei eine Mindestdicke unter dem Vakuumaufbau der Folie 19 auf, um dieses Fließen zu ermöglichen. Es ist somit ein Abstandshalter, der einen Fließkanal zwischen der Membran 7 und dem Bauteil 1 bildet. Die Fließhilfe kann ein Geflecht, ein Gewebe, ein Gewirk o.ä. sein, welches durch möglichst eine grobmaschige Struktur aufweist, um einen geringen Fließwiderstand zu erzeugen. Als Werkstoff können beliebige Werkstoffe aus z.B. Metall oder Kunststoff o.a. verwendet werden, sofern die oben angeführten gemeinsamen Mindestforderungen (Temperatur und Medienbeständigkeit) erreicht werden. Die Matrix-Zuleitung 33 kann zur Unterstützung des Matrixtransportes beliebig weit in den ersten Raum 10 geführt werden. Eine Verzweigung oder mehrere Zuleitungen sind zulässig. Innerhalb des ersten Raums 10 kann diese Matrixzuleitung Öffnungen aufweisen, welche z.B. Löcher, Querschlitze, Längsschlitze o.ä. darstellen. Hierdurch wird der Harztransport in der Fließhilfe unterstützt.

Fig. 2 und Fig.3 zeigen die erfindungsgemäße Vorrichtung nach der Fig. 1, nur ist dort zu Veranschaulichung jeweils ein andersartiges Bauteil 1 dargestellt, wobei Bestandteilen gleicher Funktion die Bezugszeichen der Figur zugeordnet sind. Es ist erkennbar, daß sich die erfindungsgemäße Vorrichtung für nahezu beliebige Formen von Bauteilen eignet. Bei Fig. 2 handelt es sich um die schematische Darstellung eines Beplankungsfeldes (Bauteil 1), welches in einer Richtung durch Hutprofile versteift ist. Diese Hutprofile weisen einen Schaumkern 35 oder einen mit beliebigen anderen Werkstoffen gebildeten Kern mit geschlossener Oberfläche und darüber abgelegte trockene FVW Halbzeuge 34 in Form eines Hutes auf. Die FVW Halbzeuge 34 sind hierbei aus dem gleichen oder ähnlichen Werkstoffen wie das Bauteil 1 gebildet. Der Schaumkern 35 und die Halbzeuge 34 sind Bestandteile des Bauteiles 1.

In der Fig. 3 ist das Bauteil 1 ebenfalls ein Beplankungsfeld, welches in Längsrichtung mit einem oder mehreren T-Profilen 36 versteift ist. Das herzustellende Bauteil 1

nach der Figur 3 ist somit aus den Einzelbestandteilen 1 und 34 gebildet. Die T-Profile 34 sind hierbei aus dem gleichen oder ähnlichen Werkstoffen wie das Bauteil 1 gebildet. Zusätzlich wird für diese Bauteilvariante eine Stütze 37 zur Fixierung der trocknen und im ungetränkten Zustand labilen T-Profile 36 benötigt. Diese Stützen 37 können aus typischen festen oder semiflexiblen Werkzeugwerkstoffen wie z.B. Metall, Holz, Gummi, Kunststoff u.a. sein. Da ein direkter Kontakt mit dem Matrixwerkstoff erfolgt, muß dieser Werkstoff der Stützen 37 während des Prozesses gegenüber dem Matrixwerkstoff seine Form behalten.

In den Fig. 4 und 5 sind typische Verläufe für verschiedene Harzsystemklassen als Vakuumverlauf 91 und als Temperaturverlauf 92 dargestellt, wobei sich der Verlauf der Fig. 4 auf ein 350°F-System und die Darstellung der Fig. 5 auf ein RT-System bezieht.

Im einzelnen gliedert sich der Temperatur- und Vakuum-Verlauf in zumindest zwei Phasen, die Injektionsphase 101 und die Härtingsphase 103. Nach diesen Phasen kann noch eine Temperphase 102 vorgesehen sein. In der Injektionsphase 101 ist die Temperatur geringer als in der Härtingsphase 103.

Der Temperaturverlauf und die Vakuumsteuerung sind derart vorgesehen, daß bei dem ausgehärteten Bauteil eine optimale Qualität, geringe bis keine Poren und ein geeigneter Faservolumenanteil erreicht wird. Die Vorgaben für die Temperatur ergeben sich aus den Material-Anforderungen des Matrixwerkstoffes. Das Vakuum kann hierbei unabhängig vom gewählten Matrixwerkstoff während des gesamten Prozesses bis zur Aushärtung, also dem Zustand in dem der Matrixwerkstoff seinen Aggregatzustand von flüssig in irreversibel fest geändert hat, auf gleichbleibendem Niveau gehalten werden. Übliche Werte und Toleranzen, die hierbei einzuhalten sind, sind z.B. 1 bis 10 mbar (Absolutdruck, nahe dem idealen Vakuum). Nach der Aushärtung 103 ist kein Vakuum mehr erforderlich. Die notwendigen

Temperaturverläufe sind wie folgt charakterisiert: Während der Injektionsphase 101 bei vollen Vakuum ist eine Temperatur erforderlich, welche bestimmt wird durch die Viskositätskurve des Matrixwerkstoffes. Die Temperatur wird so gewählt, daß der Matrixwerkstoff ausreichend flüssig wird, um mittels Vakuumsaugen durch die Zuleitung 33 in den Innenraum 25 zugelingen. Dieses ist die Mindesttemperatur, welche für den Prozeß notwendig ist. Gleichzeitig darf diese Temperatur nicht so hoch gewählt werden, daß eine Aushärtung (Verlust von Viskosität, fester Zustand der Matrix) erreicht wird. Daher wird die Prozeßtemperatur so eingestellt (je nach gewählten Matrixwerkstoff), daß eine Injektion möglich ist (geringe Viskosität) und die verbleibende Zeit bis zur Aushärtung für die Injektion, also das nahezu vollständige Füllen des Innenraumes 25 mit Matrixwerkstoff ausreichend ist (Fachbegriff z.B. Gel-Time). Typische notwendige Viskositäten während der Injektionsphase sind hierbei z.B. Bereiche von 1 bis 1000 mPas. Typische Temperaturen bei einem 350°F (180°C) System sind z.B. 70 bis 120 °C für die Injektionsphase 101, ca. 100 bis 180°C für die Aushärtungsphase 103 und für die Temperphase 102 Werte von ca. 160 bis 210 °C.,

Für ausgewählte Matrixwerkstoffe z.B. RT – Matrixwerkstoffe ist die Variante Injektionstemperatur 101 identisch Härtungstemperatur 103 identisch Tempertemperatur 102 vorteilhaft.

Das Vakuum wird vor der Injektionsphase 101 (Fig. 4) oder vor derselben gebildet. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird für die Injektion ein Vakuum von typischerweise 1 bis 10 mbar erzeugt, das sich bis zum Ende der Aushärtungsphase erstreckt und nicht reduziert werden sollte.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben:

In ein beliebiges Aushärtewerkzeug werden trockene Materialien (z.B. CFK Gelege, Gewebe etc.) gemäß konstruktiven Vorgaben positioniert und somit ein Laminataufbau aus den Halbzeugeinzelschichten gebildet. Das Werkzeug ist eingetrennt, d.h. mittels Trennmittel oder Trennfolie und Abreißgewebe (Zusammen bildet es den Aufbau 5 an der Bauteilunterseite von 1.) vorbehandelt, um ein Verkleben des Matrixwerkstoffes mit dem Werkzeug zu verhindern und ein wieder entfernen des Bauteiles (Entformen) von der Werkzeugoberfläche zu ermöglichen. Das trockene Material des Bauteiles 1 ist vorzugsweise mit dem Abreißgewebe 13 versehen. Zusätzlich wird eine sogenannte Fließhilfe 15 oberhalb dieses Aufbaus durch einfaches Auflegen aufgebracht. Lokales seitliches Fixieren mit z.B. temperaturbeständigen Klebebändern ist bei komplexeren Bauteilen sinnvoll. Auf diese Fließhilfe 15 wird eine nur für Luft, aber nicht für Flüssigkeiten durchlässige Membran 7 aufgelegt und mittels der Dichtung 21 abgedichtet. Anschließend wird das Lüftergewebe 32 über die Membran 7 gelegt und mittels der Folie 19 und der Dichtung 21 zur Umgebung abgedichtet. Die Matrixzuführungs-Leitung 33 und die Vakuumleitung 29 werden während dieses Vorganges mit handelsübliche Durchführungen und Dichtungen gemäß Fig. 1 eingebracht.

Nach der Aufbringung der genannten Materialien und der Folie oder Vakuumfolie 19 wird der erste Raum 10 mittels der Vakuumpumpe evakuiert. Gleichzeitig wird ein Matrixmaterial-Vorratsbehälter an das System angeschlossen, um Matrix-Material in den ersten Raum 10 einzuleiten. Durch das Vakuum entsteht ein Druckgefälle, welches das Matrix-Material aus dem Vorratsbehälter in den evakuierten ersten Raum 25 saugt. Das Matrix-Material wird nunmehr mehr oder minder ungehindert und nahezu unabhängig von seiner Viskositäts-Charakteristik durch die Fließhilfe 15 und die Zuleitung 33 auf der Bauteiloberfläche verteilt. Vorhandene Luft wird hierbei durch das permanente Absaugen des Innenraumes 27 durch die Membrane 7 entsorgt. Ein Fließen des Matrix-Materials innerhalb des Laminataufbaus, welcher durch einen großen Fließwiderstand gekennzeichnet ist, erfolgt hierbei nicht. Vielmehr erfolgt die

Infiltration von Matrix-Material von der Bauteiloberfläche senkrecht nach unten in das Laminat. Der maximale Fließweg an jeder Stelle des Bauteiles ist somit direkt eine Funktion der Bauteildicke an diesem Punkt. Der Fließwiderstand ist somit sehr gering und folglich können auch Harzsysteme eingesetzt werden, welche auf Grund Ihrer Viskosität in der Vergangenheit nicht infiltrationsfähig waren und Bauteile mit großen Abmessungen erzeugt.

Zur Vermeidung von lokalen Luftpolstern dient die Membran 7. Erfolgt z.B. ein Schließen der sich bildenden Fließfronten und somit das Entstehen eines geschlossenen Luftposters im Bauteil 1 des Innenraumes 25 ohne Anbindung an den Vakuumabfluß der Luft, kann kein Harz in diese Luftposter einfließen. Es würde eine Fehlstelle entstehen (keine Durchtränkung). Die luftdurchlässige Membran 7 verhindert diesen Effekt, da an jeder Stelle des Bauteiles Luft immer senkrecht zur Oberfläche durch die Membran in einen belüftbaren harzfreien Raum des Vakuumaufbaues 27 gelangen kann und dort oberhalb der Membran 7 durch den Vakuumanschluß 29 mit Hilfe des Lüftergewebe 32 abgesaugt wird. Die Membran ist für das Harz nicht durchlässig. Somit ist eine Überwachung der Fließfronten nicht erforderlich, da sich der Prozeß der Durchtränkung selbst regelt. Der Grad der Durchtränkung ist eine direkte Funktion der eingebrachten Harzmenge, welche dem Prozeß zur Verfügung gestellt wird, sowie der eingebrachten Fasermenge.

Sobald die vollständige Durchtränkung abgeschlossen ist, wird unter Beibehaltung des gleichen Vakuums die Aushärtung durch eine geeignete Temperatur durchgeführt. Die hierbei durch den chemischen Prozeß entstehenden Blasen (Matrixsieden, flüchtige Bestandteile etc.) würden bei den bekannten Prozessen zur Porenbildung im fertigen Bauteil führen. Durch die Membran 7 wird dieses jetzt verhindert, da eine permante Entlüftung senkrecht zur Oberfläche des Bauteiles durch die Membran erfolgt.

Nach erfolgter Aushärtung kann das Bauteil entformt werden. Dies bedeutet, daß alle Verfahrens-Hilfsstoffe vom Bauteil 1 wieder z.B. durch abziehen von Hand entfernt werden und das Bauteil von dem Werkzeug 3 entfernt werden kann. Dieses nun entformte harte Bauteil mit aus den mit Matrix durchtränkten Halbzeugen kann je nach Anforderungsprofil einer reinen thermischen Nachbehandlung (Tempern im Schritt 102) unterzogen werden. Das Tempern kann auch vor dem Entformen erfolgen, muß aber zur Reduzierung der Werkzeug-Belegungszeiten nicht durchgeführt werden.

Die Größe der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbaren Bauteile ist zur oberen Grenze hin nahezu unbegrenzt. Die natürliche obere Grenze ist eher in der technischen Handhabbarkeit des Bauteiles (Transport etc.) als in dem Verfahren zu suchen. Eine Mindestgröße für diese Bauteile gibt es nicht. Die maximal realisierbare Dicke richtet sich nach den verwendeten Harztypen und der zur Verfügung stehenden Injektionszeit. Diese Injektionszeit wird durch wirtschaftliche nicht durch technische Grenzen bestimmt. Andere unerwünschte Nebeneffekte wie z.B. eine exotherme Reaktion während der Aushärtung sind nur abhängig vom Harzsystem und nicht vom Verfahren.

Zusammengefaßt handelt es sich erfindungsgemäß um ein Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoff-Bauteilen aus trockenen Faserverbund-Halbzeugen mittels eines Injektionsverfahrens zur Injektion von Matrix-Material , bei dem ein Absaugen von Luft aus dem zweiten Raum 27 erfolgt, wodurch sich ein Druckgefälle von dem ersten Raum 10 zu dem zweiten Raum 27 ergibt und Matrix-Material aus dem Vorratsbehälter in den evakuierten ersten Raum 10 gesaugt wird, das wegen der Fließhilfe 15 über der der Membran 7 zugewandten Oberfläche 11 des Halbzeugs 1 verteilt und senkrecht in das Halbzeug 1 eindringt. Die Verknüpfung der Funktionen Verteilung des Matrixmaterials oberhalb der Bauteiloberfläche durch die Fließhilfe und der flächigen Entlüftungsmöglichkeit oberhalb des Bauteiles und der Fließhilfe

durch die Membranfolie erzielt den gewünschten Qualitätserfolg bei einer überdrucklosen Aushärtung unter Vakuum.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoff-Bauteilen aus trockenen Faserverbund-Halbzeugen mittels eines Injektionsverfahrens zur Injektion von Matrix-Material mit den Schritten:

1.1 Anordnen des Faserverbund-Halbzeugs (1) auf einem Werkzeug(3), wobei an einer Oberfläche (11) des Halbzeugs (1) eine Fließhilfe(15) angeordnet ist,

1.2 Bildung eines ersten Raums (10) mittels einer gas-durchlässigen und Matrixmaterial-undurchlässigen Membran (7) zumindest einseitig um das Halbzeug (1) herum, wobei in den ersten Raum (10) Matrix-Material einführbar ist,

1.3 Bildung eines am ersten Raum (25) anliegenden zweiten Raums (27), der von der Umgebung mittels einer gas- und Matrixmaterial-undurchlässigen, gegenüber dem Werkzeug (3) abgedichteten Folie (19) abgegrenzt ist,

1.4 Absaugen von Luft aus dem zweiten Raum (27), wodurch Matrix-Material aus dem Vorratsbehälter in den evakuierten ersten Raum (10) gesaugt wird und die Fließhilfe (15) eine Verteilung des Matrixmaterials über der dieser zugewandten Oberfläche (11) des Halbzeugs (1) und ein Eindringen desselben senkrecht in das Halbzeug (1) bewirkt.

2. Vorrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoff-Bauteilen aus trockenen Faserverbund-Halbzeugen mittels eines Injektionsverfahrens zur Injektion von Matrix-Material mit einem Werkzeug(3) zum Anordnen des Faserverbund-Halbzeugs (1), einer gas-durchlässigen und Matrixmaterial-undurchlässigen Membran (7), die zumindest einseitig um das Halbzeug (1) herum angeordnet ist und einen ersten Raum (10) bildet, in den Matrix-Material einführbar ist, einer an einer Oberfläche (11) des Halbzeugs (1) angeordneten Fließhilfe(15), einem am ersten Raum (25) anliegenden zweiten, gegenüber dem Werkzeug (3) abgedichteten Raum (27), der von der Umgebung mittels einer gas- und Matrixmaterial-undurchlässigen Folie (19) abgegrenzt ist, wobei bei Absaugen von Luft aus dem zweiten Raum (27), Matrix-Material aus dem Vorratsbehälter in den evakuierten ersten Raum (10) gesaugt wird und die Fließhilfe (15) eine Verteilung des Matrixmaterials über der dieser zugewandten Oberfläche (11) des Halbzeugs (1) und ein Eindringen desselben senkrecht in das Halbzeug (1) bewirkt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

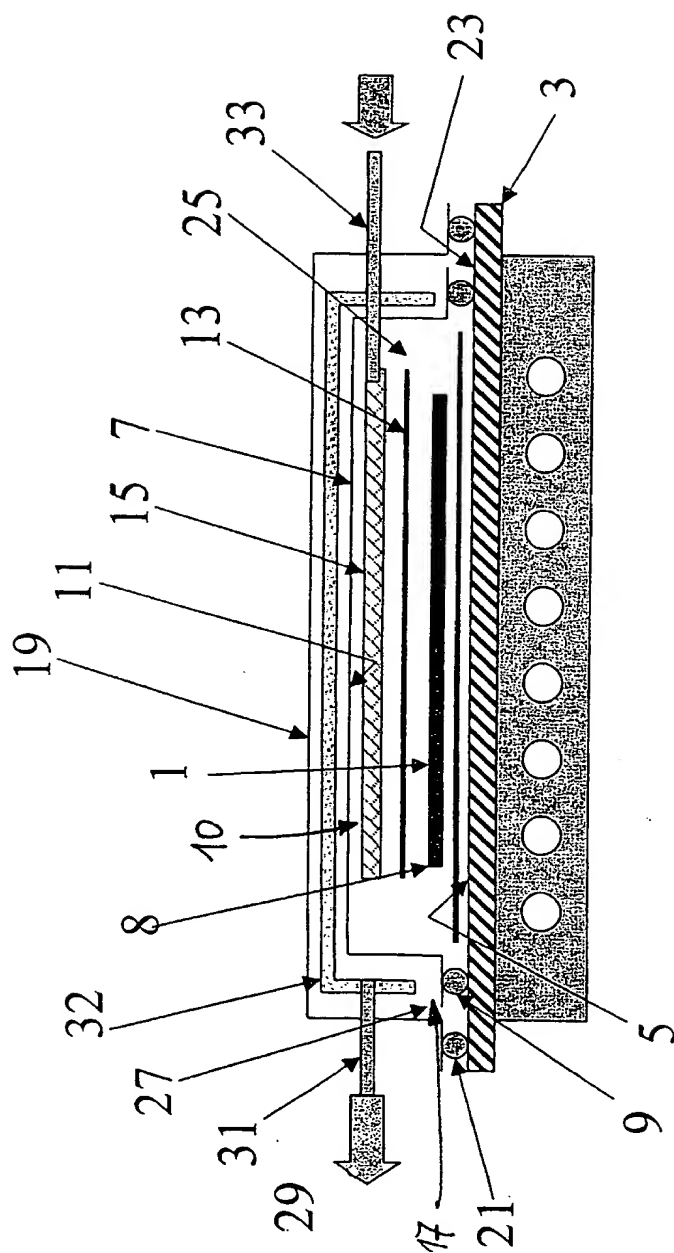


Fig.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

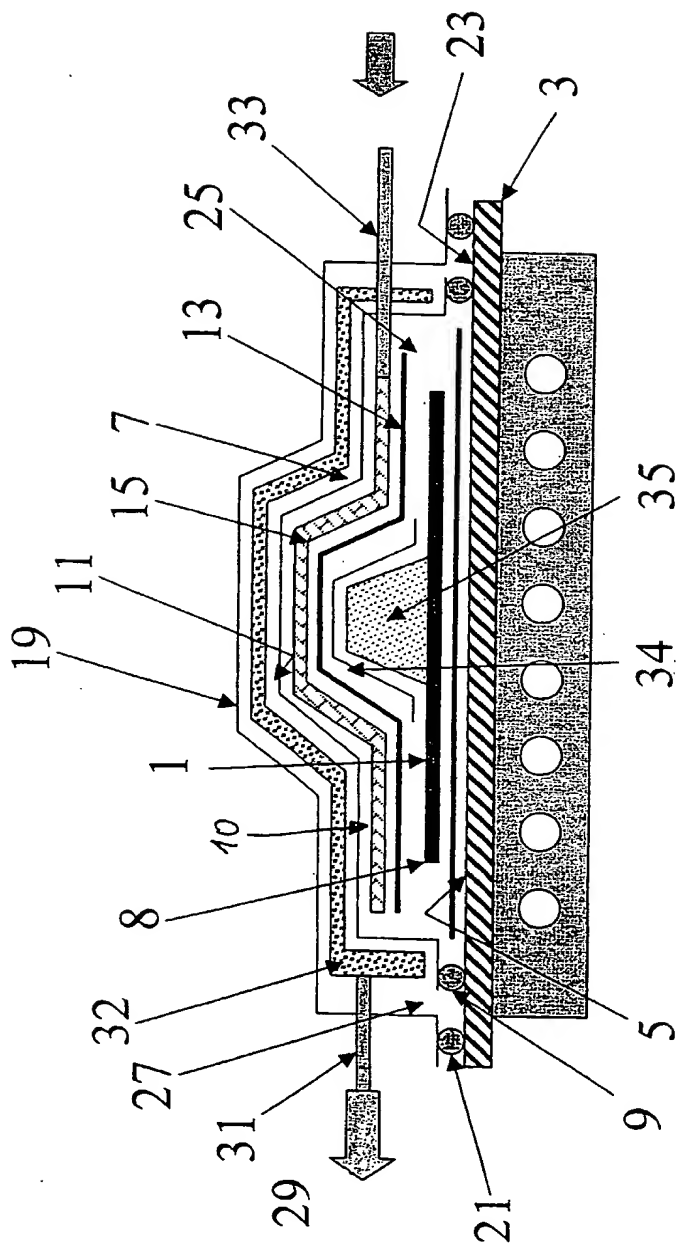


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

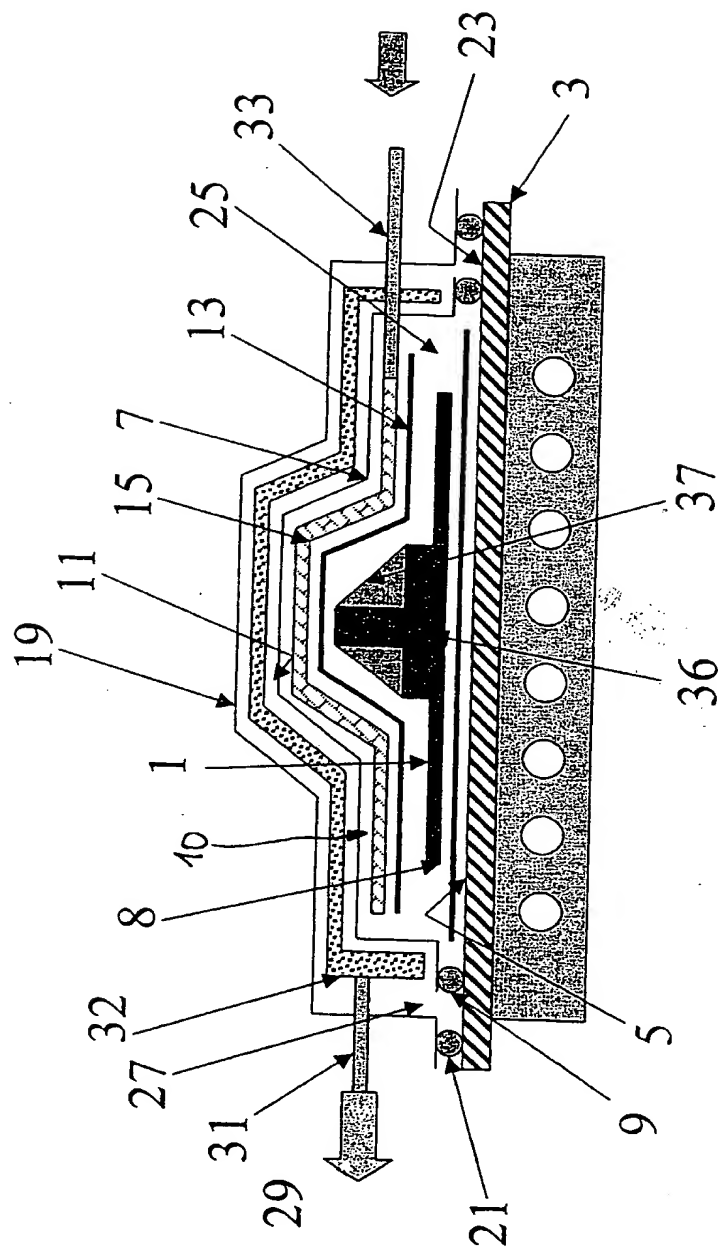


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

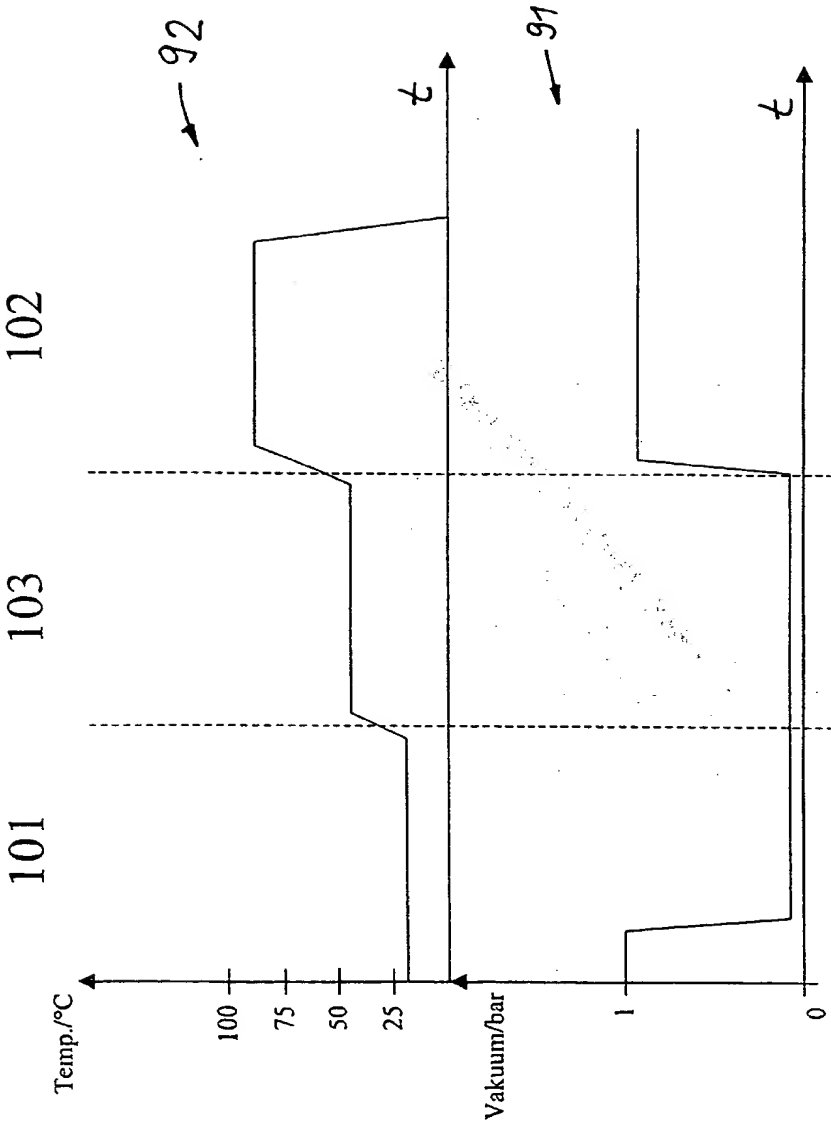


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

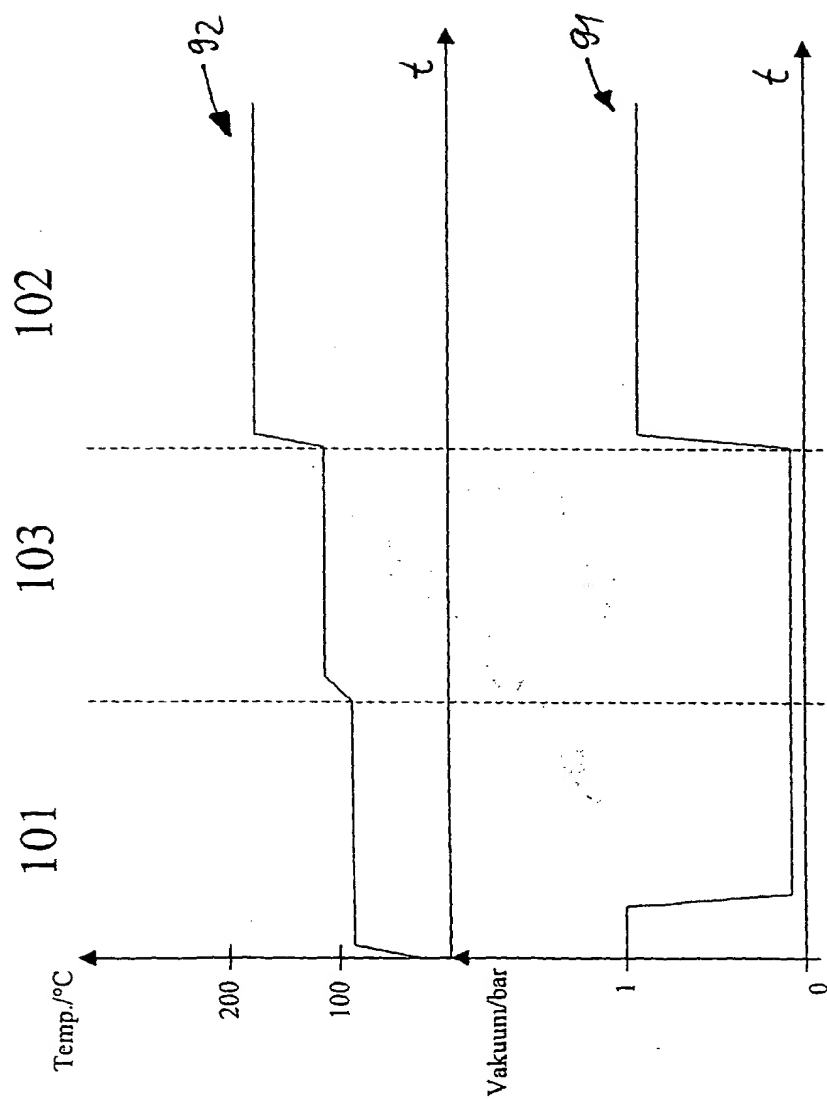


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (20)

6/6

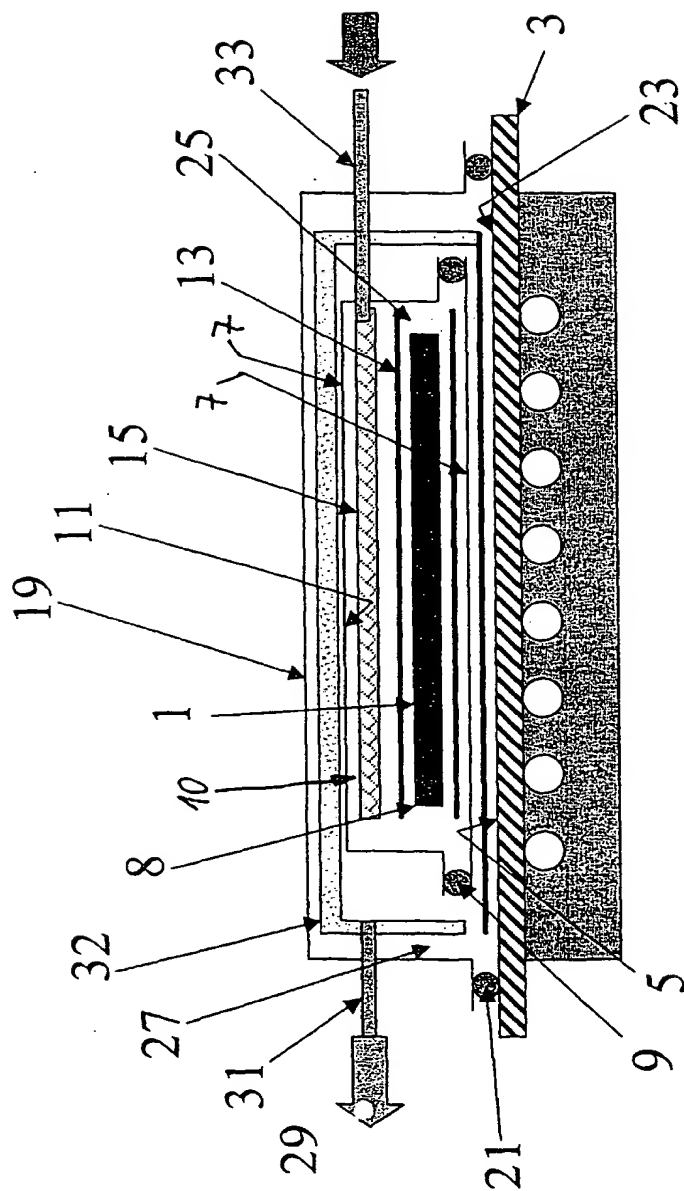


Fig. 6

THIS PAGE BLANK (UBPTB)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 01/02777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B29C70/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 942 013 A (BONNAR GERARD R ET AL) 17 July 1990 (1990-07-17) column 7, line 1 - line 47; figures -----	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 2001

Date of mailing of the international search report

30/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Wallene, A

information on patent family members

FLI/EP 01/02777

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In **ationales Aktenzeichen**

IPC 01/02777

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B29C70/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 942 013 A (BONNAR GERARD R ET AL) 17. Juli 1990 (1990-07-17) Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 47; Abbildungen -----	1,2



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juli 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Wallene, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/02777

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4942013 A	17-07-1990	KEINE	